

# Försök med olika såmaskiner vid konventionell sådd och direktsådd

*Field experiments with seed drills in conventional tillage and no-tillage*

Gustaf Magnusson Kroon



Examensarbete i markvetenskap  
Agronomprogrammet – inriktning mark/växt

Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU  
2015:02

Uppsala 2015



SLU, Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap  
Institutionen för mark och miljö

Gustaf Magnusson Kroon

Försök med olika såmaskiner vid konventionell sådd och direktsådd  
Field experiments with seed drills in conventional tillage and no-tillage

Handledare: Johan Arvidsson, institutionen för mark och miljö, SLU  
Examinator: Ingmar Messing, institutionen för mark och miljö, SLU

EX0691, Självständigt arbete i markvetenskap, 30 hp, Grundnivå, G2E  
Agronomprogrammet – inriktning mark/växt 270 hp

Serienamn: Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU  
2015:02

Uppsala 2015

Nyckelord: reducerad bearbetning, harvningsintensitet, såbäddskaraktisering, Rapid, Spirit, SeedHawk, Vieska Metalli

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Omslag: foto författaren, 2011.



# Sammanfattning

I detta examensarbete har två olika typer av försök med olika såmaskiner utförts. I det ena försöket jämfördes två olika såmaskiner: Väderstad Rapid och Väderstad Spirit. I det andra försöket jämfördes olika såmaskiner för direktsådd.

Försök med Rapid och Spirit lades ut på två platser, ett på höstplöjd mark och ett på höstkultiverad mark, båda relativt styva leror. Rapid sår med en enkel skivbill, medan Spirit sår med en dubbel skivbill. Här jämfördes olika aspekter såsom aggregatfördelning, kärnplacering, uppkomst, skörd och ekonomi. På båda platser kunde det utläsas att det blev en högre andel små aggregat vid ökad bearbetningsintensitet (antal harvningar). I det höstplöjda försöket kunde inte utläsas några skillnader i kärnplacering, men i det höstkultiverade försöket kunde utläsas att Spirit hade placerat en större andel kärnor i lös jord. På båda platser gav sådd med Rapid bättre uppkomst än sådd med Spirit. Det gick dock inte att se några direkta samband mellan kärnplacering och uppkomst även om det fanns tendenser som tydde på att ökad andel kärnor i såbotten gav bäst uppkomst. I det plöjda försöket gav Rapidsådd efter tre harvningar den högsta skörden och högst ekonomiskt netto, medan Spiritsådd utan harvning och efter en harvning gav den lägsta skörden och lägst netto. I det kultiverade försöket gav direktsådd med Rapid utan harvning den högsta skörden och det högsta nettot, medan övriga led låg relativt lika i skördenivå; ca 15-20 procent under detta led. Här minskade därför nettot med ökande bearbetningsintensitet.

I försök två jämfördes fyra olika såmaskiner i direktsådd samt en i kultiverat led som referens. Maskinerna som testades var Rapid i kultiverat led och direktsådd, Väderstad SeedHawk med pinne respektive tallrik samt VM SK 300, som är en skivbillmaskin. Även här kontrollerades aggregatfördelning, kärnplacering, uppkomst, skörd och ekonomi. I aggregatfördelningen kunde ej utläsas några skillnader i detta försök, men störst jordvolym bearbetades i kultiverat Rapidled. Det är även här som det återfanns lägst andel kärnor i lös jord, följt av SeedHawkledet med pinne. Bäst uppkomst blev det i det kultiverade Rapidledet följt av de båda SeedHawkleden, här kunde ses en viss korrelation till mängden bearbetad jord. Skörden blev högst i kultiverat Rapidled som också gav högst ekonomiskt netto, medan skillnaderna var små mellan övriga led. Här kunde göras bedömningen att den extra bearbetningen lönade sig jämfört med ren direktsådd.

# Abstract

In this thesis, two studies with different drills were included. In one of the studies two drills were compared: Väderstad Rapid and Väderstad Spirit. In the other study various drills for direct drilling were compared.

The study with Rapid and Spirit was placed in two locations with different autumn tillage; one on ploughed land in Uppsala and one on cultivated land in Västerås, both with relatively high clay content. Rapid drills have a single disc coultter, while the Spirit drills have a double disc coultter. Various aspects were compared such as aggregate distribution, seed placement, emergence, crop yield and economic outcome. At both locations, a higher proportion of small aggregates was observed at higher tillage intensity (harrowing frequency). In the ploughed experiment few differences were observed in seed placement, but in the autumn cultivated experiment it was observed that the Spirit drill had placed a greater percentage of seeds in loose soil. At both sites drilling with Rapid gave higher emergence than drilling with Spirit. There was no significant correlation between seed placement and emergence although there was a trend towards that an increased proportion of seeds in the seedbed bottom gave a higher emergence. In the ploughed experiment harrowing three times before Rapid drilling gave the highest yield and highest net economic outcome, while Spirit drilling without harrowing and after one harrowing gave the lowest yield and lowest economic outcome. In the cultivated experiment direct drilling with Rapid without harrowing gave the highest yield and the highest economic outcome while the other treatments were relatively similar in yield; about 15-20 percent below the Rapid direct drilling. Hence increased tillage intensity decreased the economic outcome.

In the second study four different drills were compared for direct drilling, one was also used in autumn cultivated soil as a reference. The machines tested were Väderstad Rapid in cultivated soil and for direct drilling, Väderstad SeedHawk with tines and disc coultters and VM SK 300, which is a disc coultter machine. Also in this study aggregate distribution, seed placement, emergence, yield and economics were determined. In this trial no differences in aggregate distribution were observed but the greatest volume of loose soil was observed in the autumn cultivated plots. This was also where the lowest percentage of peas in loose soil was found, followed by the SeedHawk with tines treatment. Highest emergence was found in the autumn tillage plots followed by the two SeedHawk treatments. The highest yield was observed for Rapid after autumn tillage, which also resulted in the highest economic outcome. The differences between the other drills were small. It can be determined that the cost for the additional processing was compensated with a higher yield compared to pure direct drilling.

# Populärvetenskaplig sammanfattning

Detta examensarbete har jämfört olika såmaskiner, dels i vanlig konventionell sådd och dels i direktsådd. Försöket med konventionell sådd (sådd som har utförts på det vis som man gör i normalfallet) inkluderade höstbearbetning och därefter olika antal harvningar för såbäddsberedning på våren innan sådd. I försöket ingick även ett led där man sådde direkt i den höstbearbetade jorden. Försöket lades ut på två platser: ett försök i ett höstkultiverat fält (bearbetat med kultivator) utanför Västerås och ett försök i ett plöjt fält utanför Uppsala. I försöken jämfördes två olika såmaskiner med olika typer av såbillar; Väderstad Rapid med en enkel tallriksbill och Väderstad Spirit med två tallrikar. I dessa försök har studerats vikten av bearbetning före sådd för att få en god såbädd, fröplacering, uppkomst, skörd och ekonomi; även data om temperatur i jorden och nederbörd på respektive plats har samlats in för att kunna dra slutsatser ifrån dessa. I samband med sådden studerades dels jordens aggregatfördelning och de olika såmaskinernas fröplacering vid olika bearbetningsintensiteter. Här kunde konstateras att en ökad bearbetning gav en bättre sönderdelning av aggregaten. I försöket på höstkultiverad mark kunde konstateras att Rapid placerade fler kärnor i såbotten, d.v.s. i fast jord medan Spirit i högre utsträckning placerade kärnorna i den bearbetade, lösa jorden. På den höstplöjda marken gick det inte att utläsa några skillnader mellan de olika såmaskinerna. Efter sådden räknades uppkomsten där det kunde ses att Rapid hade bättre uppkomst jämfört med Spirit, däremot kunde det inte styrkas att fler kärnor i såbotten gav bättre uppkomst även om det fanns sådana tendenser.

I försöket på plöjd mark var det sådd med Rapid efter tre harvningar som gav såväl bäst skörd som högst ekonomiskt netto sett till kostnaderna för etablering. Lägst skörd blev det efter sådd med Spirit direkt i det höstplöjda ledet och efter endast en harvning; det var också i detta led som det var sämst ekonomi. I försöket på höstkultiverad mark blev det bäst skörd efter rapidsådd direkt i det höstbearbetade ledet som också gav högst netto. Resterande led var tämligen lika i skördeutfall med ca 80-85% av skörden i föregående led. Här gav alltså ökad bearbetning sämre ekonomi.

I det andra försöket, vilket lades ut på Munsö väster om Stockholm, testades fyra olika såmaskiner i fem olika led för sådd av ärt. Ett av leden såddes med Rapid i höstkultiverad jord medan övriga led såddes direkt i stubb, d.v.s. utan bearbetning efter skörd. De maskiner som testades här var Rapid, Väderstad SeedHawk i standardutförande (pinnbill), SeedHawk utrustad med tallrikssåbill och en finsk direktsåmaskin från Vieskan Metalli (modell SK 300) med tallriksbill. Även i detta försök jämfördes parametrarna enligt ovan. Avseende aggregatfördelningen kunde det inte ses några skillnader mellan de olika maskinerna utan här var det framförallt i den bearbetade jordvolymen som skillnader kunde utläsas, störst jordvolym i kultiverat Rapidled och minst jordvolym i ledet med Vieskan Metalli. Lägst andel ärtor i lös jord fanns i det kultiverade Rapidledet följt av SeedHawk med pinne. Bäst uppkomst blev det i det bearbetade Rapidledet och därefter i de båda SeedHawkleden. Det var i dessa led som störst jordvolym hade bearbetats och andelen bearbetad jord kan därför ses som den mest bidragande faktorn för uppkomsten. Högst skörd blev det i det bearbetade Rapidledet medan skillnaderna var relativt små mellan de övriga leden. Trots den ökade kostnaden för jordbearbetning i det kultiverade Rapidledet var det i detta led som det blev bäst ekonomi.





# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>7</b>
1.1	Inledning	7
1.2	Syfte	7
<b>2</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>7</b>
2.1	Såbädd	7
2.2	Såbäddskaraktisering	7
2.3	Halm	7
2.4	Ogräs	7
2.5	Temperatur	8
2.6	Billtyper	8
2.7	Direktsådd	8
2.8	Dragkraft	8
2.9	Skörd	8
<b>3</b>	<b>Material och metod</b>	<b>9</b>
3.1	Såmaskinsbeskrivning	9
3.1.1	Väderstad Rapid	9
3.1.2	Väderstad Spirit	9
3.1.3	Väderstad SeedHawk	9
3.1.4	Vieskan Metalli	9
3.2	Försök 1 - Jämförelse mellan Väderstad Rapid och Väderstad Spirit	10
3.2.1	Sådd	10
3.2.2	Såbäddskaraktisering	11
3.2.3	Planträkning	11
3.2.4	Ogräsräkning	11
3.2.5	Temperaturmätning	11
3.2.6	Dragkraftsmätning	11
3.2.7	Skörd	12
3.2.8	Ekonomi	12
3.3	Försök 2 – Direktsådd på Munsö	12
3.3.1	Sådd	13
3.3.2	Såbäddskaraktisering	13
3.3.3	Halm	13
3.3.4	Planträkning	14
3.3.5	Ogräsräkning	14
3.3.6	Temperaturmätning	14
3.3.7	Skörd	14
3.3.8	Ekonomi	14
<b>4</b>	<b>Resultat</b>	<b>14</b>

4.1	Försök 1 – Jämförelse mellan Väderstad Rapid och Väderstad Spirit	14
4.1.1	Såbäddskaraktisering	14
4.1.2	Kärnplacering	17
4.1.3	Uppkomst	18
4.1.4	Ogräs	19
4.1.5	Temperatur	20
4.1.6	Dragkraftsmätning	20
4.1.7	Skörd	21
4.1.8	Ekonomi	21
4.1.9	Nederbörd	21
4.2	Försök 2 – Direktsådd på Munsö	22
4.2.1	Såbädd	22
4.2.2	Kärnplacering	22
4.2.3	Bearbetad jord	23
4.2.4	Uppkomst	23
4.2.5	Ogräs	24
4.2.6	Temperatur	25
4.2.7	Skörd	26
4.2.8	Ekonomi	26
4.2.9	Nederbörd	26
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	26
5.1	Försök 1 – Jämförelse mellan Väderstad Rapid och Väderstad Spirit	26
5.2	Försök 2 – Direktsådd på Munsö	27
	<b>Referenslista</b>	<b>28</b>

# 1 Inledning

## 1.1 Inledning

Jordbearbetning kräver mycket resurser både i form av tid och energi och det är därför intressant att studera hur bearbetningsintensiteten påverkar skördeutfallet och hur detta påverkar ekonomin. En högre bearbetningsintensitet kräver i motsvarande grad en högre skörd för samma ekonomiska utfall.

I detta arbete har ingått en jämförelse mellan såmaskinerna Väderstad Rapid och Spirit utrustade med olika billtyper, i kombination med olika harvningsintensiteter. I ytterligare ett försök har olika metoder för direktsådd undersökts. En jämförelse gjordes mellan fem olika system med fyra typer av direktsådd samt ett bearbetat, höstkultiverat, led som såtts med Rapid som ett referensled.

## 1.2 Syfte

Syftet med denna undersökning var att genom såbäddskaraktisering, planträkning och skördedata utvärdera olika etableringsstrategier. Dessutom studerades det ekonomiska utfallet av de olika systemen.

# 2 Bakgrund

## 2.1 Såbädd

För att sonderdelarna bearbetas jorden en eller ett flertal gånger (von Polgar, 1984) och enligt Håkansson m.fl (2002) skall mer än femtio procent av aggregaten vara mindre än fem mm och bearbetningsdjupet fyra cm för att uppnå en god såbädd under en torr vår. För att uppnå ett bra avdunstningsskydd bör man dock ha en stor andel av fraktionerna mellan en halv och två mm (Håkansson & von Polgar, 1984). Enligt Håkansson m.fl. (2010) är det sju kriterier som skall uppnås för att få en god såbädd och därmed en väletablerad gröda. Dessa kriterier är bra temperatur, god vatten- och syretillgång, bra utsäde utan gröningshämmande substanser, rätt avstånd från såbädd till markyta, lågt mekaniskt motstånd och till sist får grödan inte angripas av skadedjur eller liknande.

## 2.2 Såbäddskaraktisering

Såbäddskaraktisering utförs ofta med en metod utarbetad av Kritz (1983). Enligt denna metod undersöker man ojämnheter såväl på markytan som på såbotten, aggregatstorleksfördelningen i tre lager samt vattenhalt i såbädd och såbotten.

## 2.3 Halm

Då halmen nedbrukas eller bortforslas minskar problemen vid sådd, då halmen inte fastnar i såmaskinen (Rydberg, 2010). Riley m.fl. (1994) har i en sammanställning kommit fram till att bärgning av halmen före direktsådd ger en viss skördeökning.

## 2.4 Ogräs

Stimulansen av annuella ogräsarters groning kan minska vid minskad bearbetning vilket gör att populationen av dessa kan decimeras. På samma sätt kan dock de perenna ogräsen gynnas av minskad bearbetning då störningen av dessa minskar. Detta gäller framförallt vid direktsådd (Mattson, 1988). Även Riley (1994) belyser problemen med perenna ogräs i direktsådd då vissa arter, t.ex. kvickrot och

vitgröe, är svåra att bekämpa utan plöjning, särskilt vid stora angrepp. Christian och Ball (1994) visar på svårigheter att bekämpa ogräs i odlingssystem med en minskad bearbetning utan att öka herbicidanvändningen.

## 2.5 Temperatur

För stråsäd krävs minst tre grader för att stimulera groning (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1978), men optimal temperatur ligger omkring femton grader (Karamacharya, 1972). Lägsta groningstemperaturen för ärt ligger kring en till två grader men gynnas av högre temperaturer (Geissler, 1983). En för hög temperatur vid groning kan dock leda till sämre överlevnad hos plantan efter uppkomsten (Håkansson, 1982). Genom att behålla halmen i ytan fås ett isolerande täcke vilket gör att fukten bättre bibehålls, men även att temperaturökningen går långsammare (Morris m.fl., 2010).

## 2.6 Billtyper

Bearbetningsgraden hos en pinnbill beror till stor del av angreppsvinkeln. Vid angreppsvinklar under 45° lyfts jorden och sönderdelas genom sprickbildning, medan det för trubbiga vinklar blir en nedåtriktad kraft som pressar sönder jordkokorna (Davies m.fl., 1993). Om pinnen är smal blir brottet tredimensionellt (Dexter & Arvidsson, 2002) medan det för bredare pinnar, bredare än arbetsdjupet, blir tvådimensionellt (McKyes, 1989).

För en skivbill är brottet tredimensionellt, men till skillnad från en pinnes brott är det inte symmetriskt utan olika beroende på om man tittar framför eller bakom skivan. På framsidan bildas en halvmåne och på baksidan en skåra. Detta medför att det bildas små åsar och dalar efter skivbillarna (Klenin m.fl., 1985).

## 2.7 Direktsådd

Idag finns två typer av såmaskiner för direktsådd; dels med skivbillar och dels med pinnbillar. Pinnbillarna klarar fuktigare förhållanden bättre än skivbillsmaskinen. Den senare riskerar att kladda och risken för packningsskador ökar (Soane m.fl., 2010).

## 2.8 Dragkraft

Dragkraftsbehovet hos tallriksredskap beror främst på tallrikens skärvinkel där en liten vinkel ger lågt totalt dragkraftsbehov, medan det specifika dragkraftsbehovet ökar med minskad vinkel p.g.a. lägre bearbetningsvolym (Godwin m.fl., 1985).

## 2.9 Skörd

Enligt en sammanställning av Arvidsson (2010) blev skördeutfallet, oaktat förfrukt och gröda, 11 procent lägre i direktsådd jämfört med plöjda led. I sammanställningen ingick 343 försök under perioden 1983-2009. Framförallt vårgrödor påverkades negativt av direktsådd där ärt var sämst med upp till 36 procent skördesänkning. Även i ett försök med ärt 2010 kunde ses en skördesänkning med c:a 7-8 procent i direktsådda led med Väderstad Rapid och SeedHawk jämfört med höstkultiverat Rapidsått led (Wejde, 2010).

## 3 Material och metod

### 3.1 Såmaskinsbeskrivning

Arbetet är uppdelat i två olika försök, i det första försöket jämfördes såmaskinerna Väderstad Rapid och Väderstad Spirit med varandra vid olika harvningsintensiteter. I det andra försöket jämfördes olika såmaskiner vid direktsådd, dessutom ingick etablering med Väderstad Rapid efter en kultivering. Övriga maskiner i jämförelsen var VM, en finsk bearbetande direktsåmaskin och tre maskiner från Väderstad; SeedHawk med tallriksbill, SeedHawk original med pinnbill och Rapid för direktsådd.

Nedan följer en kort sammanfattning över hur de såmaskiner som har använts i de båda försöken fungerar enligt tillverkarnas hemsidor.

#### 3.1.1 Väderstad Rapid

Rapid är framtagen för att passa många olika förutsättningar och den kan utrustas med olika förredskap beroende på användning. Efter förredskapet är såbillarna placerade med ett radavstånd på 125 mm och på kombimaskinen placeras gödningen mellan varannan sårad och något djupare, ca 20 mm djupare än utsädet. Billarna är tallrikar tillverkat av härdat stål vilka kan ge ett billtryck på 150 kg. Därefter kommer en återpackningsaxel med hjul i off-set-placering, d.v.s. vartannat hjul är förskjutet 190 mm på en separat axel (Väderstad-Verken AB, 2012).

#### 3.1.2 Väderstad Spirit

Spirit är framtagen för att användas framför allt på lättare jordar, men klarar enligt tillverkaren också styvare jordar om de är bearbetade. Såmaskinen kan utrustas med olika förredskap för att klara olika förhållanden. Därefter är bärhjulen placerade i off-set-position vilket jämnar marken före såbillarna som har dubbla skivor för en jämnare fröplacering även vid högre hastigheter. Varje såbill har ett individuellt återpackningshjul för en mer följsam placering av utsädet i såbotten. Såbillarna kan placeras på 125 eller 167 mm avstånd och billtrycket kan ställas mellan 40 och 80 kg. Nyligen har en kombivariant tagits fram där gödningen sås i band om fem cm mellan varje sårad (Väderstad-Verken AB, 2012).

#### 3.1.3 Väderstad SeedHawk

SeedHawk är en direktsåmaskin med 25 cm mellanrum mellan såbillarna vilket ska ge ett bättre genomflöde av halm och växtrester än ett mindre radavstånd. En gödselbill sitter framför såbillen, förskjuten ca 35 mm i sidled och ca 20 mm i djupled för att minska risken för groddbränna. Både utsädes- och gödselbillen är utformad som en smal kniv, dels för att hålla såfåran ren från växtrester, dels för att bygga upp en liten vall vilken leder nederbörden ner i såfåran. Detta koncept är från början framtaget för ett torrare klimat och därmed utformat för minimal jordbearbetning (Väderstad-Verken AB, 2012).

#### 3.1.4 Vieskan Metalli SK 300

VM SK 300 är framtagen för att vara en bearbetande direktsåmaskin utan förredskap, men kan utrustas med crossboard och förharv. Såbillarna är tillverkade med dubbla skivor som placerar både utsäde och gödning. Radavståndet är 150 mm, alla billar har individuella stödhjul för bättre följsamhet. Billtrycket kan varieras från 50 till 175 kg och justeras hydrauliskt. Efter såbillarna kommer stora packhjul för att jämna till marken och trycka ned exempelvis stenar (Vieskan Metalli, 2012).

### 3.2 Försök 1 – Jämförelse Väderstad Rapid och Väderstad Spirit

Försöken låg på två platser; Brunnby Gård, Västerås och Kungsängen, Uppsala. På Brunnby Gård lades försöket ut på ett höstkultiverat fält med korn som förfrukt. På Kungsängen lades försöket ut på ett plöjt fält.

Förhållandena vid sådd på de olika platserna varierade från höstkultiverad mark på Brunnby med ett c:a fyra cm tjockt svårsönderdelat skorplager, se bild nedan, till en plöjd mark med fin struktur på Kungsängen. Dock var fältet på Kungsängen grovt plöjt vilket ledde till stora ojämnheter i fält. Anledningen till att försöket lades ut på fält med så pass olika förutsättningar var för att se hur de olika såmaskinerna förhöll sig till dem.



Figur 1. Bilderna visar t.v. Rapidsått obearbetat led, t.h. obearbetat led sått med Spirit. Uppe i mitten syns skorpan tjocklek före bearbetning (cm). Alla bilder är från Brunnby. Foto: Gert Heimersson, Väderstad-Verken AB.

På båda platserna jämfördes Väderstad Rapid med Väderstad Spirit samtidigt som harvnings-intensiteten jämfördes (tabell 1). Detta ledde till att det blev åtta rutor per block med fyra upprepningar, på Brunnby Gård var varje parcell  $4 \times 24 \text{ m} = 96 \text{ m}^2$ , på Kungsängen var Rapidrutorna  $6 \times 20 \text{ m} = 120 \text{ m}^2$  respektive  $8 \times 20 \text{ m} = 160 \text{ m}^2$  för Spiritrutorna.

Tabell 1. Försöksled i försök med Rapid och Spirit

Led	Såmaskin	Harvningsintensitet
1A	Rapid	Ingen
1B	Spirit	Ingen
2A	Rapid	En harvning
2B	Spirit	En harvning
3A	Rapid	Tre harvningar
3B	Spirit	Tre harvningar
4A	Rapid	Tre harvningar + övergödsling
4B	Spirit	Tre harvningar + övergödsling

#### 3.2.1 Sådd

Sådden på Brunnby Gård utfördes av Väderstad-Verkens personal den 21 april 2011. På Kungsängen utfördes sådden med Spirit av Väderstad-Verkens personal, medan Ultunas personal skötte sådden med Rapid. Detta skedde den 24 april 2011.

#### 3.2.2 Såbäddskaraktisering

I samband med sådd eller under de närmast efterföljande dagarna utfördes såbäddsundersökningar enligt Kritz (1983) modell. På båda platserna gjordes en

undersökning per ruta. Såbäddsundersökningen gjordes enligt följande. Bearbetningsdjupet bestämdes genom att mäta volymen bearbetad jord inom en stålram med arean  $0,16 \text{ m}^2$ . Högsta och lägsta punkt mättes inom ramen både på markytan och på såbotten. Jorden ned till såbotten delades in i tre lager vilka sållades till tre olika fraktioner; större än fem mm, två till fem mm och mindre än två mm. Vid sållningen räknades även antal kärnor i respektive lager. I alla parceller togs även vattenhaltsprover ut i såbotten. I två block på Kungsängen togs även vattenhaltsprover ut från de tre ovanliggande lagren. Vattenhaltsproverna vägdes sedan in och torkades tre dygn i  $105^\circ\text{C}$  varpå vattenhalten beräknades.

### 3.2.3 Planräkning

I varje parcell lades sex rutor om  $0,25 \text{ m}^2$  ut slumpmässigt. Dessa markerades så att alla planräkningar utfördes på samma plats vid samtliga planräkningar. Planräkningen på Brunnby varade från att några plantor kommit upp, den 7 maj, och varannan dag i två veckor för att fem veckor efter första räkningstillfället följas av en sluträkning, den 10 juni. Totalt utfördes åtta planräkningar. På Kungsängen gick förloppet något snabbare efter uppkomst och planräkningarna påbörjades den 9 maj och avslutades den 13 maj då fyra räkningar hade utförts. En sluträkning utfördes den 20 juni. Alla parcellers medelvärde beräknades vid varje tillfälle till antal plantor per  $\text{m}^2$ .

### 3.2.4 Ogräsräkning

Vid sluträkningen av plantorna räknades även ogräsförekomsten i alla rutor och beräknades enligt samma sätt som planräkningen. Hänsyn togs endast till antal ogräsplantor och inte respektive ogräs marktäckning.

### 3.2.5 Temperaturmätning

För att beräkna temperatursumma placerades två i-Buttontermometrar (diameter 17 mm, höjd 5 mm) i direkt anslutning till försöksrutorna på respektive plats. Termometrarna placerades på såbotten i samband med såbäddskaraktiseringen och togs upp den 20 juni. Termometrarna registrerade temperaturen varannan timme under hela mätperioden.

### 3.2.6 Dragkraftsmätning

Dragkraftsmätningar för Spirit och Rapid utfördes på två olika platser i närheten av Väderstad i Östergötland. I en första delstudie kördes maskinerna i fyra etapper; endast hjul nere, sådd på fem cm djup utan förredskap, sådd på fem cm med billförredskap på fem cm och slutligen som föregående med crossboard nere. På Rapiden gjordes även en femte körning med kombi-axel d.v.s. både gödnings- och såbillar nere.

I en andra delstudie kördes de båda såmaskinerna med enbart förredskap på tre respektive sex cm djup i fyra längsgående block. Därefter bedömdes sönderdelningsförmågan enligt Kritzs metod från 1983. Dessutom togs vattenhaltsprover vilka hanterades på samma sätt som proverna från Brunnby och Kungsängen.

Dragkraftsmätningarna utfördes med en traktor utrustad med en dragkraftsmätare. Dragkraftsmätaren var fäst i trepunktslyften och utformad på så vis att både redskap som skulle dras i hitchkroken och de som fästs i trepunktslyften kunde dras i samma anordning. Anordningen mätte värden i höjdlid, sidlid och i körriktningen med hjälp av sensorer. Värdena lades sedan in i Excel för analys och omräkning till dragkraft per meter arbetsbredd.

Efter bearbetningen gjordes en visuell bedömning av halmtäckningsgraden på fyra ställen i varje led och block. Detta gjordes genom att slumpmässigt i rutan lägga ut en stålram om 0,25 m<sup>2</sup> i vilken den procentuella halmtäckningsgraden uppskattades.

### 3.2.7 Skörd

Skörden utfördes med en parcelltröska och vägdes in för respektive led.

Enligt Jordbruksverkets statistik från 2012 gällande åren mellan 2000 och 2010 var genomsnittsskördarna för respektive gröda och på den plats där de odlades i försöken 4484 kg/ha för vårvete och 4172 kg/ha för korn, se tabell 2 nedan.

Tabell 2. *Genomsnittsskördar mellan 2000 och 2010 för de län där försök har förlagts och för hela Sverige. Genomsnittsskörden för den aktuella grödan i respektive län i fetstil (Jordbruksverket, 2012)*

Gröda	Uppsala (kg/ha)	Västmanland (kg/ha)	Sverige (kg/ha)
Vårvete	<b>4484</b>	3996	4569
Vårkorn	4270	<b>4172</b>	4163

### 3.2.8 Ekonomi

Ekonomi beräknades med hjälp av maskinkalkyler från Maskinkalkylgruppen och HIR Malmöhus (Maskinkostnader 2010) och med avsalupriser från Lantmännens spot-priser i november 2011 för Mälardalsregionen.

De maskinkostnader som har tagits med i beräkningarna är de som skiljer sig åt för de respektive leden i de olika försöken samt primärbearbetning för respektive plats. Kostnaden beräknades för väl utnyttjade maskiner och för en traktor som motsvarar respektive maskins beräknade effektbehov inklusive både diesel och arbetskostnad. För båda försöksplatserna har kostnadskalkylen beräknats med en c:a sex meter bred bogserad harv, en tolveters gödningsplockare och en fyra meters universalsåmaskin, på Kungsängen utfördes en primärbearbetning med en fyrskärig växelplog och på Brunnby utfördes en primärbearbetning med en fyra meters kultivator med fjädrande pinnar. Eftersom kostnaderna är hämtade ur tabeller blir kostnaden för sådd densamma för båda maskinerna.

Avsalupriset i Mälardalen var för korn 190 kr/dt och för vårvete 182 kr/dt.

Tabell 3. *Kostnader för jordbearbetning och sådd i försök med Rapid och Spirit*

Försöksplats	Vår direkt (kr/ha)	En harvning (kr/ha)	Tre harvningar (kr/ha)	tre harvningar + övergödning (kr/ha)
Kungsängen	1434	1632	2028	2162
Brunnby	1232	1430	1826	1960

## 3.3 Försök 2 – Direktsådd på Munsö

I försöket med direktsådd såddes 250 kg ärt/ha på ett obearbetat fält med höstvetes som förfrukt. Parcellerna var 24 m breda, men blev olika stora då parcellernas längd varierade med fältgränserna, se figur 2. Fem olika led i fem block jämfördes, se tabell 4 nedan för de olika leden. Dessutom delades fältet upp så att ena halvan av försöksledet hade kort stubb, c:a 15-20 cm, medan andra halvan hade lång stubb, över 30 cm.



Tabell 4. *Försöksled i försök med direktsådd på Munsö. De olika ledens ordning i fält med början norrifrån och samma inbördes ordning i alla fem blocken.*

Led	Såmaskin
1.	Rapid bearbetat
2.	SeedHawk tallrik
3.	SeedHawk pinne
4.	Rapid obearbetat
5.	VM

### 3.3.1 Sådd

Försöket såddes den 26 april 2011.

### 3.3.2 Såbäddskaraktisering

Såbäddskaraktiseringen skedde 26 och 27 april och utfördes även här enligt Kritz (1983) metod. I leden med direktsådd blev det inte tillräckligt stora volymer för att dela upp dessa i tre lager, utan all jord behandlades som ett lager. I övrigt utfördes karaktiseringen på samma sätt som i försök 1.

Vattenhaltsprover togs i alla led i den lösa jorden och i såbotten. I det bearbetade Rapidledet togs det även prover i de två översta lagren. I samband med karaktiseringen räknades antal ärtor i den lösa jorden och räknades om till ärtor per kvadratmeter. Totalt ansågs det vara 86 ärtor per kvadratmeter (beräknat från utsädesmängd) och de som inte hittades i den lösa jorden ansågs ligga i såbotten.

### 3.3.3 Halm

Halmtäckningsgraden bedömdes visuellt genom att göra en genomsnittlig uppskattning av markytans täckning i kort respektive lång stubb.



Figur 2. Schematisk bild av parceller samt delning av stubbhöjd. Hämtad från Eniro.se, den 19 juni 2012

### 3.3.4 Planträkning

Planträkningen utfördes på samma sätt som i försök 1 med den enda skillnaden att det vid sluträkningen inte gick att se markeringspinnarna i fält varför nya rutor slumpades ut. Planträkningarna utfördes vid fem tillfällen från den 10 till den 18 maj med en dags mellanrum och en sluträkning den 16 juni.

### 3.3.5 Ogräs

Vid sluträkningen utfördes även en ogräsräkning i samma rutor samt att en extra ogräsräkning utfördes i en sprutfri zon i kort respektive lång stubb.

### 3.3.6 Temperaturmätning

För beräkning av temperatursumman placerades en i-Buttontermometer ut i alla parceller. En termometer per ruta placerades på såbotten i samband med såbäddskaraktiseringen och plockades upp vid sluträkningen den 16 juni. Termometrarna registrerade temperaturen varannan timme under hela mätperioden.

### 3.3.7 Skörd

Skörden utfördes med en skördetröska med skördekarteringsutrustning. Informationen från denna lades sedan in i ArcGis för att därifrån kunna hämta data för skördeberäkning. Genomsnittlig skörd av ärtar i Stockholms län och för hela Sverige visas i tabell 5.

Tabell 5. *Genomsnittsskörd för ärt mellan 2000 och 2010 för Stockholms län där försök har förlagts och för hela Sverige (Jordbruksverket, 2012)*

Gröda	Stockholm (kg/ha)	Sverige (kg/ha)
Ärtar	<b>2773</b>	2865

### 3.3.8 Ekonomi

I detta försöket har maskinkalkylen beräknats enligt samma princip som för försök 1, dock med en frontkultivator med efterföljande Carrier på 6,5 meter. För såmaskinerna bygger uppgifterna på de storlekar som användes i fält; Rapid är beräknat utifrån en fyra meter universalsåmaskin, SeedHawkleden för åtta meters kombimaskin och VM-ledet med en tremeters kombisåmaskin. Skillnaderna kan ses i tabell 6 nedan. Lantmännens poolpris i november för foderärt var 192 kr/dt, vilket användes i den ekonomiska beräkningen.

Tabell 6. *Kostnaderna för jordbearbetning och sådd i respektive led i försöket med direktsådd*

	Rapid bearbetat (kr/ha)	SeedHawk tallrik (kr/ha)	SeedHawk pinne (kr/ha)	Rapid obearbetat (kr/ha)	VM (kr/ha)
Munsö					
Kostnad	904	370	370	615	483

## 4 Resultat

Här presenteras resultaten för de båda försöken, först jämförelsen mellan Rapid och Spirit och sedan direktsåddsförsöket på Munsö.

### 4.1 Försök 1 – Jämförelse Väderstad Rapid och Väderstad Spirit

#### 4.1.1 Såbäddskaraktisering

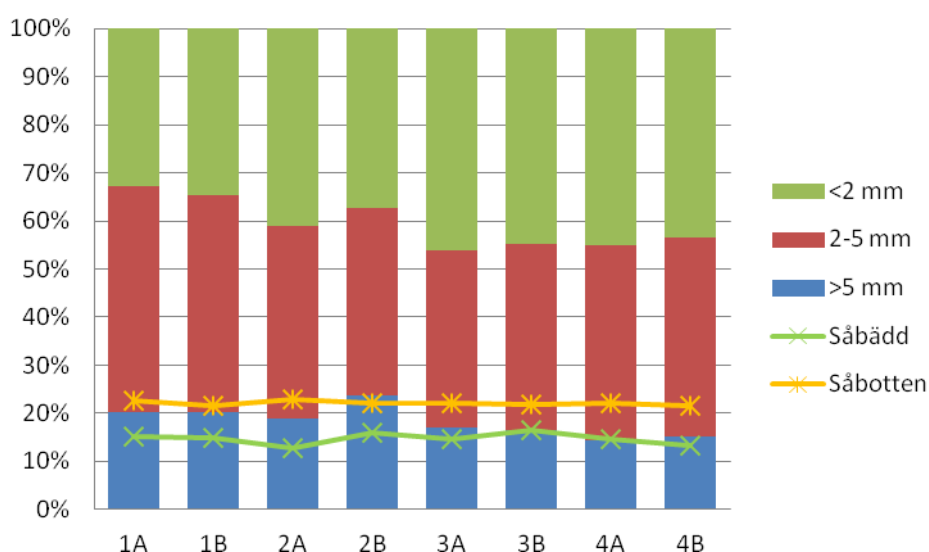
I såbäddskaraktiseringen kunde det utläsas att alla led hade mer än femtio procent aggregat som var mindre än fem mm.

På Kungsängen kunde inte utläsas några signifikanta skillnader mellan såmaskinerna. Mellan de olika bearbetningsintensiteterna kunde det dock utläsas skillnader i alla tre lager (figur 3).

I lager 1 hade led 3 och 4 signifikant högre andel aggregat under 2 mm jämfört med led 1 och 2. Led 1 hade en signifikant högre andel aggregat mellan 2 och 5 mm jämfört med de övriga leden. Led 2 hade en signifikant högre andel aggregat över 5 mm jämfört med led 4; led 1 och 3 hamnade däremellan.

I lager 2 hade led 3 och 4 en högre andel aggregat under 2 mm jämfört med led 1. Aggregat mellan 2 och 5 mm återfanns i högre grad i led 1 jämfört med led 3 och 4. Inga signifikanta skillnader för aggregat över 5 mm kunde utläsas.

I lager 3 var fördelningen av aggregat under 2 mm ungefär densamma som i lager 2. För aggregat mellan 2 och 5 mm hade led 1 den högsta andelen och var statistiskt skild från led 2 och 3. Led 3 hade den lägsta andelen aggregat mellan 2 och 5 mm och var statistiskt skild från led 1 och 4. Flest aggregat över 5 mm återfanns i led 1 och 2 vilka var statistiskt skilda från led 4 där andelen var lägst.



Figur 3. Resultat av såbäddskaraktärisering på Kungsängen. Aggregatstorleksfördelning i såbädden samt vattenhalt i såbädd och såbotten. A = Rapid, B = Spirit. 1 = höstbearbetat, 2 = en harvning, 3 = tre harvningar, 4 = tre harvningar och övergödsbat.

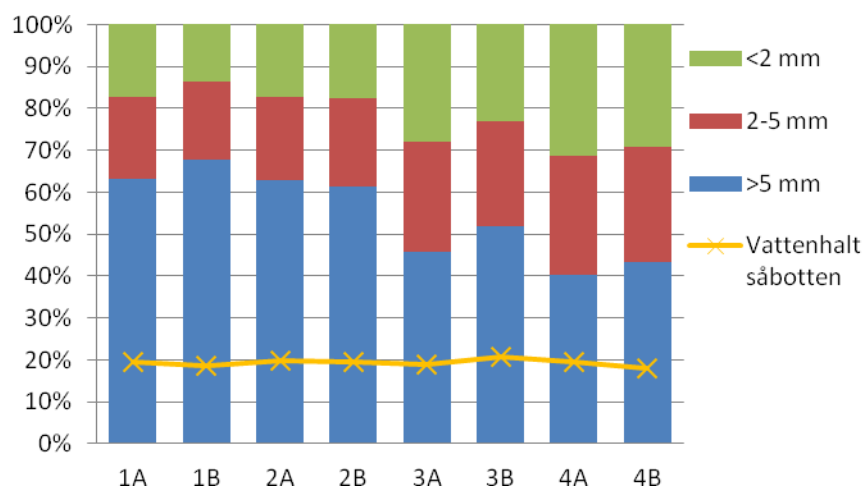
På Brunnby kunde utläsas att Spiritleden hade en signifikant högre andel aggregat 2-5 mm i lager tre jämfört med Rapiden. Aggregatstorleksfördelningen visas i figur 4.

Mellan leden kunde, i lager 1, utläsas att led 3 och 4 hade en signifikant högre andel av aggregaten under 2 mm och 2-5 mm jämfört med led 1 och 2 som hade en signifikant högre andel aggregat över 5 mm.

I lager 2 kunde utläsas att led 3 och 4 hade en signifikant högre andel aggregat under 2 mm. Led 1 hade en signifikant lägre andel aggregat mellan 2 och 5 mm jämfört med övriga led. Flest aggregat över 5 mm återfanns i led 1 följt av led 2 och lägst andel i led 3 och 4.

I lager tre återfanns flest aggregat under 2 mm i led 4 följt av led 3, därefter led 2 och minst andel i led 1; signifikanta skillnader fanns dock bara mellan led 1 och 4. Ingen signifikans i aggregatstorlekar mellan 2 och 5 mm kunde utläsas. Aggregat över 5 mm återfanns i signifikant högre grad i led 1 och 2 jämfört med led 3 och 4.

Det fanns ingen statistiskt säkerställd skillnad i vattenhalt beroende på varken maskintyp eller bearbetningsintensitet.



Figur 4. Resultat av såbäddskaraktärisering på Brunnby. Aggregatstorleksfördelning i såbädden samt vattenhalt i såbotten. A = Rapid, B = Spirit. 1 = höstbearbetat, 2 = en harvning, 3 = tre harvningar, 4 = tre harvningar och övergödslat.

På Kungsängen kunde utläsas att Rapidleden var ojämnare på markytan, men jämnare på såbotten jämfört med Spiritleden. Led 1 var ojämnast i markytan följt av led 4 sedan led 3; led 2 var signifikant jämnare än led 1. På såbotten fanns inga signifikanta skillnader i ojämnheter, men led 3 och 4 tenderade att vara något jämnare.

Det fanns inga signifikanta skillnader i sådjup mellan olika led.

På Brunnby kunde det utläsas att led 1 var ojämnare än de övriga leden på markytan och att led 1, på såbotten, var betydligt ojämnare än led 4 (tabell 7). Mellan maskinerna kunde inte utläsas några skillnader.

Det kunde utläsas att Rapid hade ett större sådjup jämfört med Spirit. Mellan bearbetningsleden var det endast signifikanta skillnader mellan led 1 och 2, där led 1 var djupast.

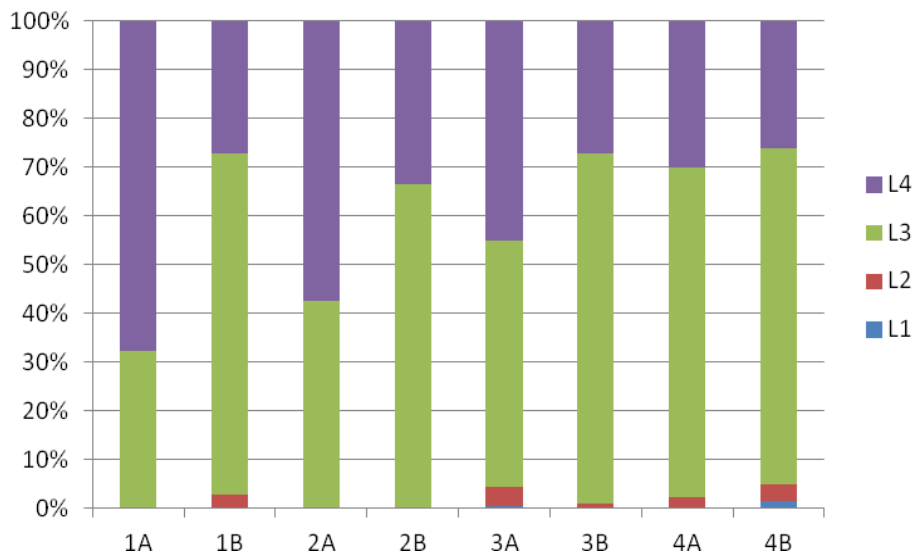
Tabell 7. Sådjup och nivåskillnader på markyta och såbotten för de olika leden på respektive försöksplats. Värden som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda ( $p < 0,05$ )

	Kungsängen		Brunnby			
	Nivåskillnad markyta (cm)	Sådjup (cm)	Nivåskillnad såbotten (cm)	Nivåskillnad markyta (cm)	Sådjup (cm)	Nivåskillnad såbotten (cm)
1A	4,75(a)	4,75(a)	3,88(a)	7,63(a)	5,81(a)	4,75(a)
1B	4,38(a)	5,19(a)	6,13(a)	7,25(a)	5,31(a)	5,00(a)
2A	4,00(b)	5,13(a)	4,38(a)	6,63(b)	4,94(c)	4,13(ab)
2B	3,38(b)	5,56(a)	6,25(a)	5,88(b)	4,44(c)	3,88(ab)
3A	4,75(ab)	4,69(a)	3,63(a)	5,25(b)	5,13(bc)	4,88(ab)
3B	4,13(ab)	4,44(a)	4,75(a)	5,50(b)	4,81(bc)	2,75(ab)
4A	4,75(ab)	4,44(a)	3,63(a)	5,88(b)	5,31(ab)	3,50(b)
4B	4,13(ab)	4,75(a)	4,75(a)	5,88(b)	5,19(ab)	3,50(b)

A = Rapid, B = Spirit. 1 = höstbearbetat, 2 = en harvning, 3 = tre harvningar, 4 = tre harvningar och övergödslat.

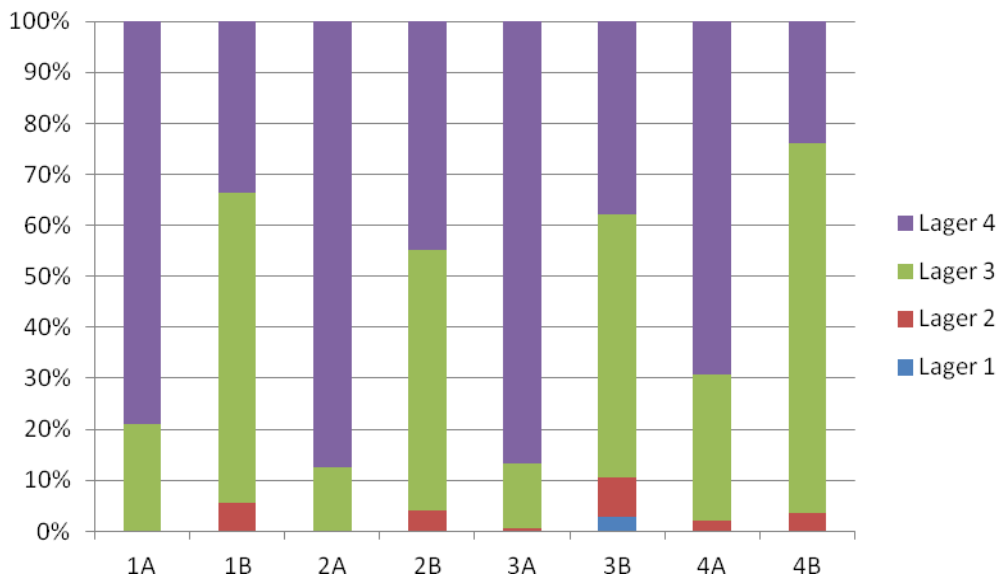
#### 4.1.2 Kärnplacering

På Kungsängen gick det ej att utläsa några statistiska skillnader i kärnplacering varken mellan såmaskinerna eller mellan de olika harvningsintensiteterna (figur 5).



Figur 5. Kärnplacering på Kungsängen. Andelen kärnor i de olika lagren av såbädden samt i såbotten, L4. A = Rapid, B = Spirit. 1 = höstbearbetat, 2 = en harvning, 3 = tre harvningar, 4 = tre harvningar och övergödslat.

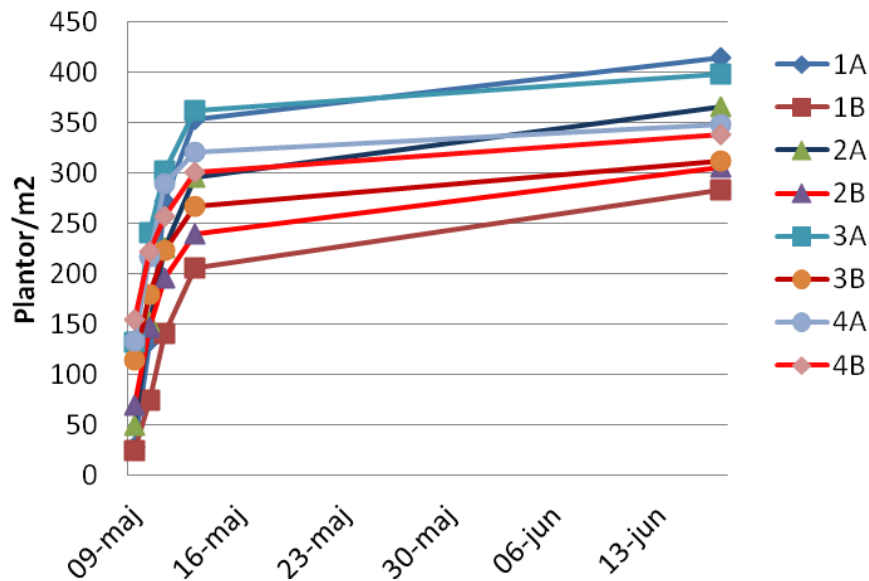
På Brunnby hade Spiritleden högre andel kärnor i lager 2 och 3 jämfört med Rapid. Mellan bearbetningsleden fanns endast signifikans i lager 3 där led 4 hade en signifikant högre andel kärnor än led 2 och 3, däremellan kom led 1 (figur 6).



Figur 6. Kärnplacering på Brunnby. Andelen kärnor i de olika lagren av såbädden samt i såbotten, L4. A = Rapid, B = Spirit. 1 = höstbearbetat, 2 = en harvning, 3 = tre harvningar, 4 = tre harvningar och övergödslat.

#### 4.1.3 Uppkomst

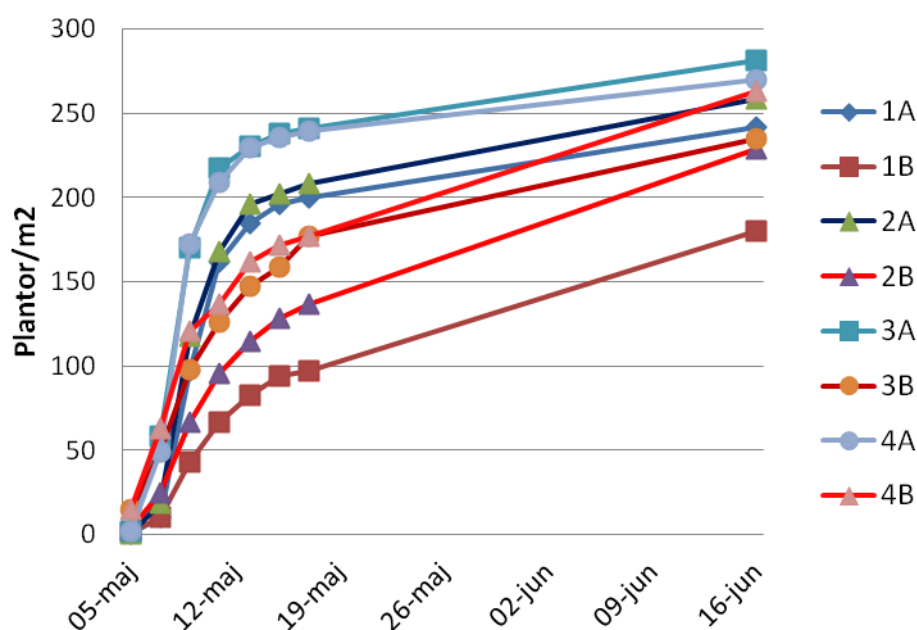
Antalet plantor på Kungsängen visas i figur 7. Tidigt på säsongen var det en signifikant högre planttäthet i led 3 och 4 jämfört med led 1 och 2. Efter den tredje räkningen minskade dock skillnaderna och vid de sista två räkningarna fanns inga statistiskt signifikanta skillnader mellan leden. Vid den första räkningen hade de Spiritsådda leden den högsta planttätheten, medan Rapidleden hade de högsta planttätheterna vid de efterföljande räkningarna.



Figur 7. Antal plantor per kvadratmeter på Kungsängen vid olika räkningstillfällen.

A = Rapid, B = Spirit. 1 = höstbearbetat, 2 = en harvning, 3 = tre harvningar, 4 = tre harvningar och övergödslat.

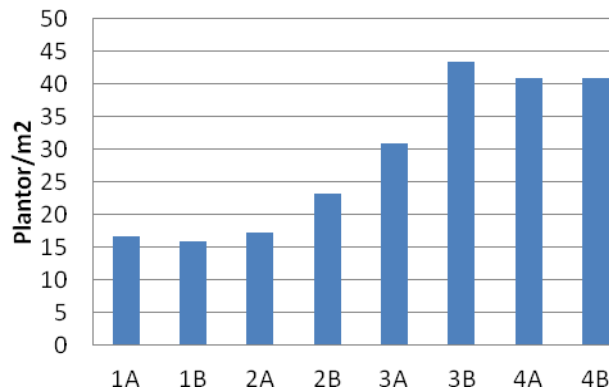
Även på Brunnby gick det att utläsa att fler bearbetningar gav en högre planttäthet (figur 8). Här höll mönstret i sig vid samtliga räkningar, där leden med tre harvningar gav signifikant högre antal plantor än de två övriga leden. Även här gav sådd med Rapid fler plantor per kvadratmeter vid de sista räkningarna, medan sådd med Spirit gav en högre planttäthet vid den första räkningen.



Figur 8. Antal plantor per kvadratmeter på Brunnby vid olika räkningstillfällen. A = Rapid, B = Spirit. 1 = höstbearbetat, 2 = en harvning, 3 = tre harvningar, 4 = tre harvningar och övergödslat.

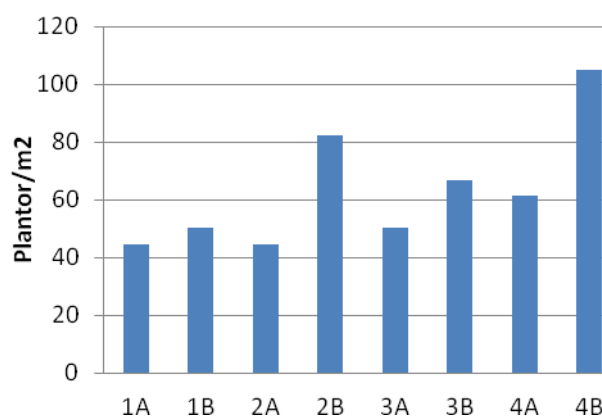
#### 4.1.4 Ogräs

På Kungsängen var den största skillnaden i ogräsförekomst att ökad bearbetning gav ökat antal ogräs (figur 9).



Figur 9. Ogräsplantor per kvadratmeter, Kungsängen. A = Rapid, B = Spirit. 1 = höstbearbetat, 2 = en harvning, 3 = tre harvningar, 4 = tre harvningar och övergödslat.

På Brunnby gick det inte att utläsa några generella skillnader, men mest ogräs återfanns i det övergödslade Spiritledet (figur 10).



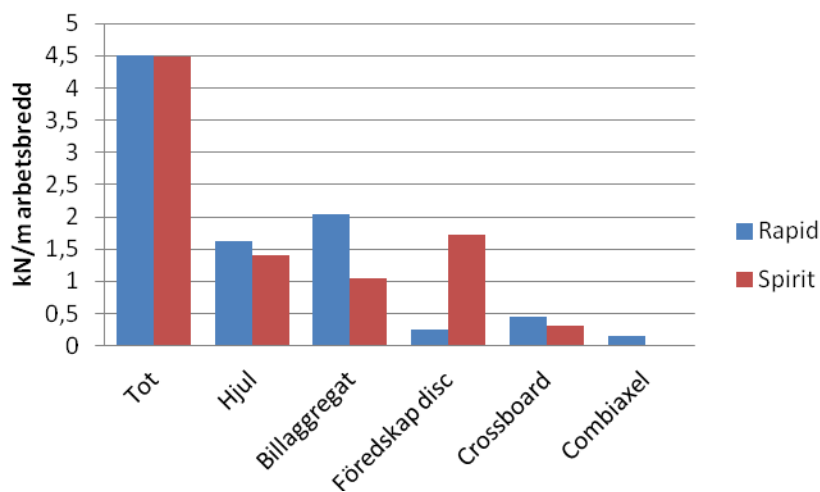
Figur 10. Ogräsplantor per kvadratmeter, Brunnby. A = Rapid, B = Spirit. 1 = höstbearbetat, 2 = en harvning, 3 = tre harvningar, 4 = tre harvningar och övergödslat.

#### 4.1.5 Temperatur

Temperatursumman som uppmättes mellan den 27 april och den 16 juni var 787,75 daggrader på Kungsängen respektive 782,46 daggrader på Brunnby Gård.

#### 4.1.6 Dragkraftsmätning

I dragkraftsmätningarna i figur 11 gick att utläsa att det totala dragkraftsbehovet var detsamma för både Rapid och Spirit och låg omkring 4,5 kN per meter arbetsbredd. Dock var det skillnad för vilken del av maskinen som hade största dragkraftsbehovet. Billaggregatet gick tyngre för Rapid, 2 kN per meter, än för Spirit, 1 kN per meter. Motsatt förhållande gällde för förredskapet där Spirit krävde större dragkraft än Rapid, 0,25 respektive 1,75 kN per meter arbetsbredd. I de övriga delarna var dragkraftsbehovet däremot relativt likartat, Spirit har ingen kombiaxel varför denna mätning endast gick att utföra för Rapiden.



Figur 11. Dragkraftsbehov per meter arbetsbredd för respektive maskinmodul på Rapid och Spirit.



#### 4.1.7 Skörd

På Kungsängen, med vårvete, gav Rapid med tre harvningar högst skörd, 6560 kg/ha, medan skillnaderna mellan Rapid och Spirit skiljde sig minst i det övergödslade ledet, 5670 kg/ha respektive 5650 kg/ha (tabell 8). Lägst skörd gav Spiritledet direkt i det plöjda ledet och med en harvning, 4780 kg/ha respektive 4820 kg/ha. På Brunnby, vårkorn, gav det höstkultiverade Rapidledet högst skörd, 4420 kg/ha medan den lägsta skörden var för Spirit med tre harvningar, 3420 kg/ha (tabell 8).

Tabell 8. Skörd på Kungsängen och Brunnby, kg per ha och relativ skörd. Värden som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda ( $p < 0,05$ )

	Kungsängen		Brunnby	
	kg/ha	Relativtal	kg/ha	Relativtal
Rapid höstbearbetat	5460	100 b	4420	100 a
Spirit höstbearbetat	4780	88 c	3690	83 b
Rapid en harvning	5590	102 b	3820	86 b
Spirit en harvning	4820	88 c	3670	83 b
Rapid tre harvningar	6560	120 a	3720	84 b
Spirit tre harvningar	5840	107 b	3640	82 b
Rapid tre harvningar + övergödning	5670	104 b	3640	82 b
Spirit tre harvningar + övergödning	5650	103 b	3420	77 b

#### 4.1.8 Ekonomi

Det högsta nettot (intäkter minus bearbetningskostnader och sådd) på Kungsängen gav Rapidsådd med tre harvningar medan det lägsta nettot erhöles för Spirit med en harvning. För båda såmaskinerna gav tre harvningar högst netto. På Brunnby gav det direktsådda ledet med Rapid det högsta nettot medan det lägsta nettot här erhöles i Spiritledet med tre harvningar och övergödning. Högst netto för Spiritledet erhöles efter en harvning, se tabell 9.

Tabell 9. Bearbetningsnetto för respektive led

	Kungsängen		Brunnby	
	kr/ha	Relativtal	kr/ha	Relativtal
Rapid höstbearbetat	8503	100	7166	100
Spirit höstbearbetat	7266	85	3879	81
Rapid en harvning	8542	100	5828	81
Spirit en harvning	7140	84	3643	86
Rapid tre harvningar	9911	117	5242	73
Spirit tre harvningar	8601	101	5090	71
Rapid tre harvningar + övergödning	8157	96	4956	69
Spirit tre harvningar + övergödning	8121	96	4538	63

#### 4.1.9 Nederbörd

Från sådd till planträkningen den 17 maj kom endast 4,5 mm regn på Kungsängen och 10,5 mm på Brunnby, se fördelning i tabell 10 nedan.

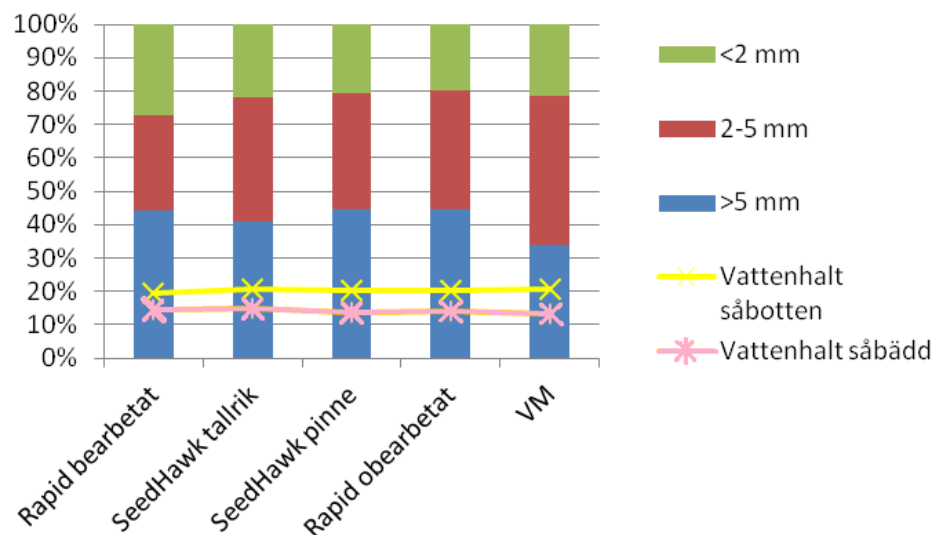
Tabell 10. Fördelning av nederbörd i mm på Kungsängen och Brunnby samt normal nederbörd i maj 1961-1990 hämtat från SMHI (2014-05-10)

Datum	03-maj	05-maj	15-maj	17-maj	Normalt
Kungsängen	2		2,5		32,7
Brunnby		2	4,5	5	35,4

## 4.2 Direktsådd

### 4.2.1 Såbädd

Såbäddsundersökningen visade att andelen finjord var ungefär samma i alla led, se figur 12. I det bearbetade Rapidledet är såbädden uppdelad i tre lager och det nedersta lagret närmast ärtorna hade en betydligt större andel finjord än övriga led, i figuren visas endast ett genomsnitt för de tre lagren. När det gäller vattenhalten gick det inte att utläsa några skillnader mellan led, varken i såbädd eller såbotten.



Figur 12. Aggregatfördelning i såbädden samt vattenhalt i såbädd och såbotten i försök med direktsådd.

### 4.2.2 Kärnplacering

Undersökningen av kärnplacering visade att samtliga ärtor hade blivit nedskurna i såbotten i det bearbetade Rapidledet. I de direktsådda leden hade den konventionella SeedHawken störst andel ärtor i såbotten, följt av VM-såmaskinen, därefter SeedHawk med tallrik och direktsådd Rapid med över en tredjedel av ärtorna i lös jord, skillnaderna var dock inte signifikanta (tabell 11).

Tabell 11. Antal ärtor per kvadratmeter i såbädd respektive såbotten i försök med direktsådd

Led	Såbädd	Såbotten
Rapid bearbetat	0	86
SeedHawk tallrik	38	48
SeedHawk pinne	16	70
Rapid obearbetat	34	52
VM	28	58

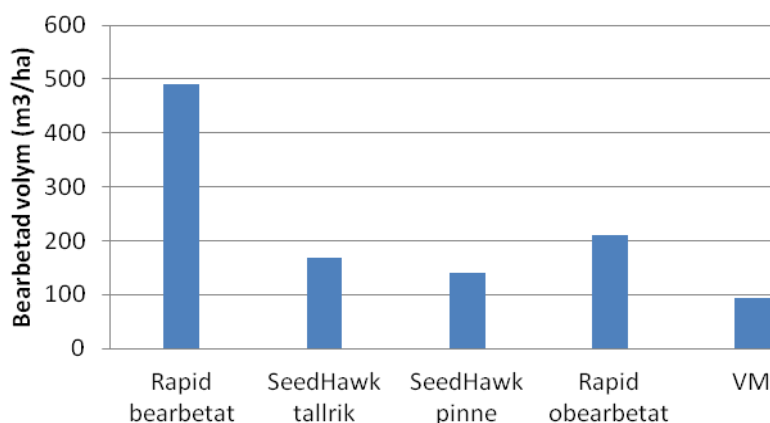
Sådjupet var relativt lika för de direktsådda leden medan det var betydligt djupare sått i det bearbetade Rapidledet (tabell 12).

Tabell 12. Sådjup i cm i försök med direktsådd

Led	Sådjup (cm)
Rapid bearbetat	3,85
SeedHawk tallrik	1,95
SeedHawk pinne	1,95
Rapid obearbetat	2,4
VM	1,25

#### 4.2.3 Bearbetad jord

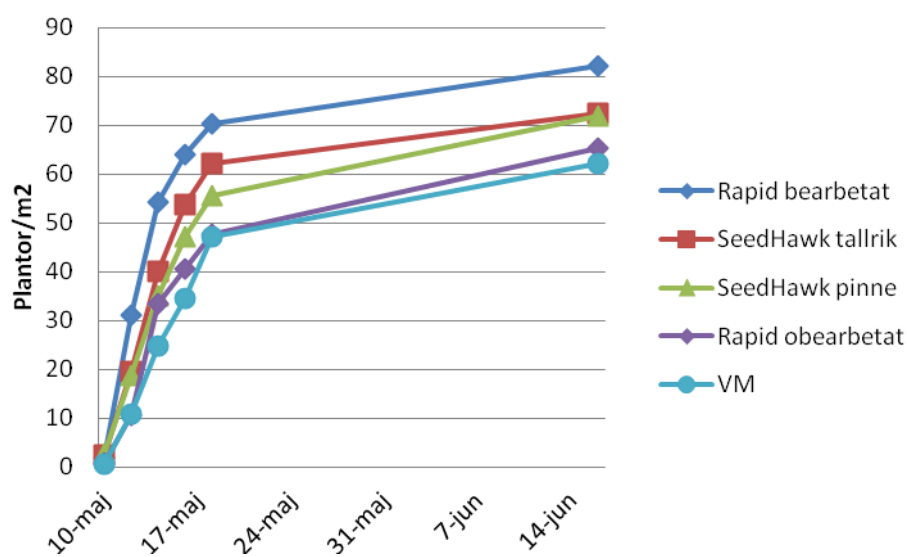
Den bearbetade jordvolymen för det bearbetade Rapidledet var upp till fem gånger högre än för VM-såmaskinen och drygt dubbelt så stor jämfört med det direktsådda Rapidledet medan de båda SeedHawkleden är placerade mellan de senare leden, se figur 13 nedan.



Figur 13. Bearbetad jordvolym efter sådd i försök med direktsådd.

#### 4.2.4 Uppkomst

Vid den första planträkningen var det väldigt få uppkomna plantor, men de båda SeedHawkleden hade högst antal plantor per m<sup>2</sup>, VM-ledet lägst antal medan de båda Rapidleden hamnade däremellan. Därefter blev det tydligt att det bearbetade Rapidledet hade bäst etablering vid alla räkningar följt av SeedHawkleden, därefter det obearbetade Rapidledet och slutligen VM-ledet, se figur 14 och tabell 13 nedan för plantantal och statistiska skillnader.



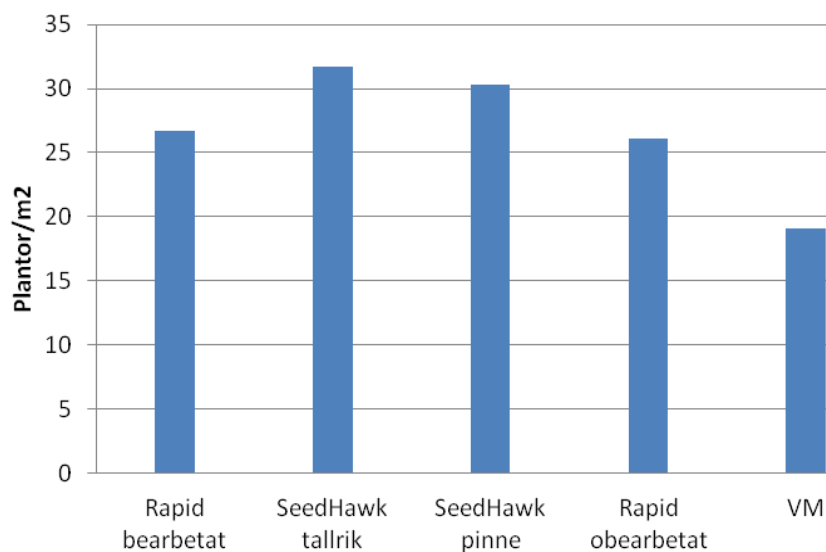
Figur 14. Antal uppkomna plantor i försök med direktsådd.

Tabell 13. Antal uppkomna plantor i försök med direktsådd. Värden som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda ( $p < 0,05$ )

	10-maj	12-maj	14-maj	16-maj	18-maj	16-jun
Rapid bearbetat	1,7 AB	31 A	54 A	64 A	70 A	82 A
SeedHawk tallrik	2,4 A	20 B	40 B	54 B	62 AB	72 B
SeedHawk pinne	2,7 A	19 B	35 B	47 BC	55 BC	72 B
Rapid obearbetat	0,8 AB	11 C	33 BC	41 CD	48 C	65 BC
VM	0,4 B	11 C	24 C	35 D	47 C	62 C

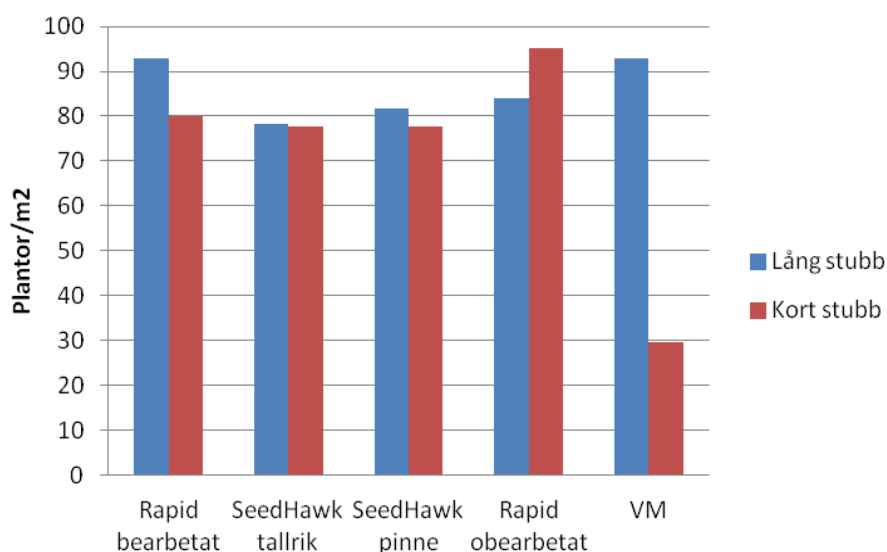
#### 4.2.5 Ogräs

Inga signifikanta skillnader i ogräsantal kan utläsas mellan de olika leden, dock att det tenderar till att vara något lägre ogrässtryck i VM-ledet, se figur 15.



Figur 15. Antal ogräsplantor per kvadratmeter i försök med direktsådd.

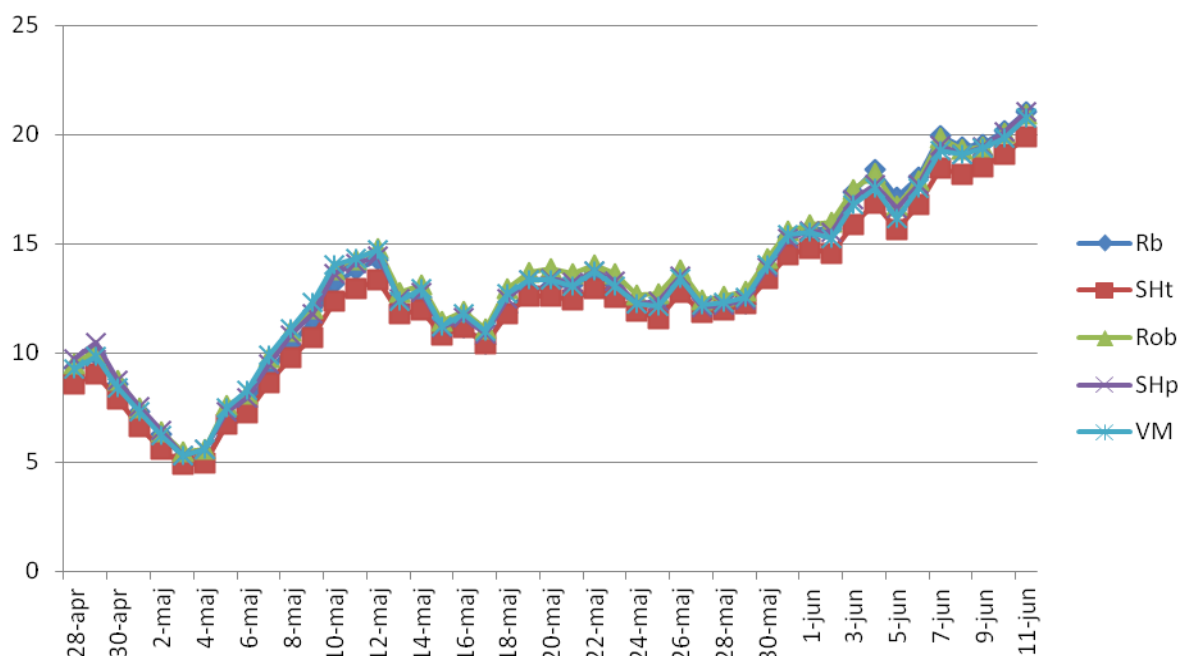
I den sprutfria zonen var det endast VM-ledet som visade några skillnader där den långa stubben gav ökat ogräsantal, se figur 16.



Figur 16. Antal ogräsplantor per kvadratmeter utan kemisk bekämpning för lång respektive kort stubb i försök med direktsådd, skillnader mellan led var ej signifikanta.

#### 4.2.6 Temperatur

Temperaturkurvorna, figur 17, skiljde väldigt lite för de respektive leden, dock kunde det utläsas att temperaturen var något lägre i SeedHawkledet med tallrik. Skillnaderna var inte signifikanta.



Figur 17. Daglig genomsnittstemperatur (°C) från sådd till och med 11 juni i försök med direktsådd.

Rb = Rapid bearbetat

SHt = SeedHawk tallriksbill

Rob = Rapid obearbetat

SHp = SeedHawk pinnbill

VM = Vieskan Metalli

#### 4.2.7 Skörd

I tabell 14 nedan kan utläsas att det bearbetade Rapidledet gav en betydligt högre skörd än de direktsådda leden i lång stubb, medan även SeedHawkledet med tallrik skiljde sig signifikant från övriga led i den korta stubben. Beräknas medelskörden hade det bearbetade ledet signifikant högre skörd än övriga led.

Tabell 14. Skörden i kg/ha och i relativa tal för lång respektive kort stubb samt ett medelvärde i försök med direktsådd. Värden som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda ( $p < 0,05$ )

Led	Lång stubb		Kort stubb		Medel	
	Kg/ha	Relativtal	Kg/ha	Relativtal	Kg/ha	Relativtal
Rapid bearbetad	2626	100 a	2656	100 a	2641	100 a
SeedHawk Tallrik	1504	57 b	2362	89 a	1933	73 b
SeedHawk pinne	1335	51 b	1954	74 b	1645	62 b
Rapid obearbetad	1539	59 b	1864	70 b	1702	64 b
VM	1691	64 b	1738	65 b	1715	65 b

#### 4.2.8 Ekonomi

De enkla ekonomiska beräkningarna som endast tar hänsyn till skillnaderna i de olika leden visade att den bästa ekonomin erhöles med en kultivering på hösten (tabell 15). Sedan kom SeedHawk med tallriksbill och strax därefter VM-sådd tätt följt av konventionell SeedHawk och direktsådd med Rapid, vilka alla tre låg på ungefär samma nivå.

Tabell 15. Ekonomiska beräkningar för medelskörd i respektive led i kr/ha för ett avsalupris om 1,92 kr/kg

	Rapid bearbetad	SeedHawk tallrik	SeedHawk pinne	Rapid obearbetad	VM
Etableringskostnad	904	370	370	615	483
Skörd bruttointäkt	4952	3591	3108	3325	3292
Skörd - etableringskostnad	4048	3221	2738	2710	2809

#### 4.2.9 Nederbörd

Omkring sex veckor efter sådd hade det kommit 20,5 mm regn vid tre olika tillfällen (tabell 16).

Tabell 16. Nederbördens fördelning fram till planträkningen den 18 maj samt normal nederbörd i maj 1961-1990 hämtat från SMHI

Datum	04-maj	16-maj	18-maj	Normalt
Mm	7	6	7,5	29,5

## 5 Diskussion

### 5.1 Rapid vs. Spirit

År 2011 då försöket genomfördes var ovanligt torrt vilket i högre grad än vid nederbördsrika år bör ha maximerat vikten av korrekt fröplacering. Detta kan naturligtvis ha påverkat resultatet på så sätt att även små skillnader i placering då påverkade skördeutfallet och framförallt uppkomsten. Detta syns främst i försöket

på Brunnby där ledet med enbart höstbearbetad Spiritsådd och Spiritsådd efter en harvning hade färre uppkomna plantor jämfört med övriga led, dock skiljer det relativt lite i skördeutfall. Det var också bl.a. de leden som hade minst andel kärnor på såbotten.

I försöket på Brunnby var det över lag Rapidleden som hade flest andel kärnor på såbotten, bäst uppkomst och i genomsnitt högst skörd. Att Rapidledet med enbart höstbearbetning hade högst skörd kan däremot inte enbart förklaras med god fröplacering då även övriga Rapidled låg på ungefär samma andel kärnor på såbotten, dock var såddjupet större vilket verkar ha gett bra resultat. Även för det höstbearbetade Spiritledet var såddjupet större, dock hamnade en större andel kärnor i lös jord vilket får anses vara anledningen till den låga skörden.

På Kungsängen gav Rapidsådd efter tre harvningar högst skörd vilket också var det led tillsammans med obearbetad Rapidsådd som vid planträkningen hade flest uppkomna plantor. En reflektion som kan göras är dock att det inte förefaller vara enbart uppkomsten som påverkar skördeutfallet, även om en större andel plantor ökar sannolikheten för högre skörd då leden med lägst andel uppkomna plantor också hade lägst skörd såväl på Kungsängen som på Brunnby.

I försöket på Kungsängen kunde det inte utläsas några skillnader i kärnplacering, dock var ojämnheter på såbotten mindre i Rapidleden jämfört med Spiritleden vilket kan ha bidragit till den bättre uppkomsten och de högre skördarna, vikten av en jämn såbotten har även tidigare påvisats av Håkansson (2010).

Ogräsförekomsten var något högre i de bearbetade leden på Kungsängen, dock förefaller inte detta ha påverkat skördeutfallet då det var en relativt låg förekomst över lag. Den något högre ogräsförekomsten vid ökad bearbetning har även setts i tidigare försök, bl.a. av Matsson (1988).

Dragkraftsbehovet var i stort sett detsamma oavsett vilken maskin som användes, däremot skiljde det sig vilken del av maskinen som genererar det största dragkraftsbehovet. På Rapid var det såbillarna och på Spirit förredskapet. Detta kan leda till den bättre kärnplaceringen för Rapid, framför allt på mindre bearbetade fält då den därmed torde öka sin förmåga att trycka ner kärnorna till den fuktiga jorden.

Sammanfattningsvis kan sägas att Rapid i båda försöken gav en högre skörd, men att skillnaderna var mindre på Brunnby än på Kungsängen. Resultaten pekar också på att ökad bearbetning kan leda till ett bättre netto främst på plöjd mark, men att båda maskinerna gav ett högre netto vid minskad bearbetning på kultiverad mark.

## 5.2 Direktsådd

I detta försök påverkade nederbörds mängden vikten av en god placering, vilket tydligt visas av att det kultiverade Rapidledet hade en större andel ärtor på såbotten och det var detta led som gav den högsta skörden. Här hade också störst andel jord bearbetats vilket verkar ha gett bättre resultat.

Totalt sett var det inga större skillnader i aggregatstorleksfördelning mellan de olika leden, men i det bearbetade Rapidledet kunde en stor andel små aggregat återfinnas i lager tre. Detta kan anses naturligt då en av bearbetningarnas uppgifter är att skapa en bra såbädd.

I det bearbetade Rapidledet var ärtorna djupare sådda. Då metoden är framtagen för konventionell bearbetning finns det dock en viss osäkerhet i dessa siffror när metoden implementeras på direktsådd. Eftersom hela markytan inte är

bearbetad och ärtorna därmed de facto kan ha placerats djupare än vad mätningarna anger kan bilden vara något missvisande.

Uppkomsten var förutom i den tidigaste räkningen bäst i det bearbetade ledet, vilket borde kunna härledas till den större mängden finjord i det nedersta lagret, då ökad andel finjord ger bättre betingelser (Håkansson, 2002). Att det var något färre plantor i den första räkningen kan eventuellt härledas till den djupare sådden. I VM-ledet som har sämst uppkomst kan det bero på den grunda placeringen som därmed kan ha påverkat markfuktigheten kring ärtan längre fram i perioden trots att det inte gick att urskilja något sådant vid sådd.

Ogräspopulationen skiljer sig inte särskilt mycket i de olika leden förutom en något lägre andel i VM-ledet. Detta skulle kunna förklaras med att den minskade andelen bearbetad jord har stimulerat färre sommarannuella ogräsfröer ur fröbanken och därmed minskat groningen (Soane m.fl., 2010).

I den sprutfria zonen i VM-ledets korta stubb var det betydligt färre ogräsplantor än i de övriga leden. Detta är något svårförklarat och kan bero på slumpen då det endast är 0,25 m<sup>2</sup> per ruta som räknats.

Att temperaturen skiljer så lite kan anses märkligt då halmen i de direktsådda leden borde ha isolerat mer och därmed ge en lägre jordtemperatur än för de bearbetade leden (Morris m.fl., 2010). Dock kan det vara så att den djupare placeringen av ärtorna i det bearbetade Rapidledet har kompenserat detta fenomen.

Det bearbetade ledet gav högst skörd i såväl lång som kort stubb, dock skilde det inte mycket på skörden i ledet som var sått med SeedHawk med tallriksbill i den korta stubben. Alla direktsådda led hade dock högre skörd i den korta stubben vilket skulle kunna förklaras med att det var lättare för grödan att på ett tidigt stadium få en god tillgång på ljus.

Trots att det blir en högre etableringskostnad vid bearbetning gav det höstbearbetade ledet den bästa ekonomin. Även i detta fall skulle det kunna härledas till bättre förutsättningar för ärtorna vid sådd. En sammanställning av svenska försök visar också att en grund bearbetning ger högre skörd och ökar odlingssäkerheten jämfört med direktsådd (Arvidsson m.fl., 2014).

Sammanfattningsvis tyder resultaten på att ökad bearbetning visserligen medför en större arbetsbelastning, men att det också är det led som ger det högsta nettot p.g.a. ökad skörd. Dock kan SeedHawk med tallriksbillar i kort stubb ge relativt hög skörd och därför konkurrera med det bearbetade ledet, men även här var resultatet något sämre.

## Referenslista

- Arvidsson, J., Etana, A., Rydberg, T., 2014. Crop yield in Swedish experiments with shallow tillage and no-tillage 1983–2012. *European journal of agronomy* 52, 307-315.
- Christian, D.G. och Ball, B.C. (1994). *Reduced cultivation and direct drilling for cereals in Great Britain. Conservation tillage in temperate agro ecosystems*. CRC Press, Florida.
- Davies, B. et. al. 1993. *Soil management*, 5:th ed. Kap 9-10 125-161.
- Dexter, A. R. & Arvidsson, J. (2002). *Soil Mechanics: theory and applications in agriculture*. Kursmaterial från Jordbearbetning och Hydroteknik, Inst för markvetenskap, SLU, Uppsala.
- Geissler, G., 1983. *Ertragsphysiologie von Kulturmten*. (Berlin och Hamburg.) Citerat ur Aktuellt från lantbruksuniversitetet 362, Mark. Växter, Uppsala 1987. av Olof Hammar och Lennart Henriksson.
- Godwin, R. J., Seig, D. A. T. & Allot, M. 1985. The development and evaluation of a force prediction model for agricultural discs. In: *Proceedings of the International conference on soil Dynamics*, Auburn, AL. 250-263.
- Håkansson, I, Arvidsson, J och Rydberg, T. (2010). Effects of seedbed properties on crop establishment.2. Effects of aggregate size, sowing depth and initial water content under dry weather conditions. Department of soil and Enviroment, Uppsala.
- Håkansson, I., Myrbeck, Å., Etana, A. (2002). A review of research on seedbed preparation for small grains in Sweden. *Soil and tillage Research*, vol 64. 23-40.



- Håkansson, I., von Polgar, J. (1984). Experiments on the effects of seedbed characteristics on seedling emergence in a dry weather situation. *Soil & Tillage Research*, 4. 115-135.
- Håkansson, S. (1982). Utsäde-Sådjup-Sådd. Några grundläggande sammanhang. Kompendium i växtodling. – Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Inst. För växtodling. 26 s.
- Karmacharya, B.L. (1972). Length of coleoptiles and emergence of spring wheat cultivars (*T. Aestivum* L). *Meldinger fra Norges landbrugshøgskole* 51:10, Norge.
- Klenin, N. I., Popov, I. F. & Sakun, V. A. 1985. *Agricultural Machines*. Translated from Russian and published for the United States Department of Agriculture. 55-60
- Kritz, G. (1983). Såbäddar för vårstråsäd. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen, nr 65. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Maskinkalkylgruppen & HIR, Malmöhus. 2010. Maskinkostnader. Bjärred, Lund.
- Matsson, R. (1988). Plöfningsfri odling och direktsådd. Sveriges lantbruksuniversitet. Växteko nr 371.
- Mayer, A. M. och Poljakoff-Mayber, A. (1978). *The germination of seeds*, 2nd ed. Oxford. 192 s.
- Riley, H., Børresen, T., Ekeberg, E., Rydberg, T., 1994. Trends in reduced tillage research and practice in Scandinavia. I: Carter, M. R., *Conservation tillage in temperate agroecosystems*, Lewis publishers, Boca Raton, Florida, USA, pp. 23-45.
- McKyes, E. 1989. *Agricultural Engineering Soil Mechanics*. 207-212. Elsevier science publishing company inc. Canada.
- Morris, N.L., Miller, P.C.H., Orson, J.H., Froud-Williams, R.J. (2010). The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment – A review. *Soil Tillage Res.* 108, 1-15.
- Soane, B.D., Ball, B.C., Arvidsson, J, Basch, G, Moreno, F, Roger-Estrade, J., 2010. No-till in Northern and Southern Europe: opportunities and problems for crop production and the environment. *Soil Tillage Res.* 118, 66-87.
- von Polgár, J. (1984). Vältning efter vårsådd. Sveriges lantbruks-universitet, Uppsala. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen, nr 69.

#### Internetkällor:

- Jordbruksverket, 2012. Webplats <http://jordbruksverket.se>, besökt 12 mars 2012.
- Lantmännen, 2012, Webbplats <http://www.lantmannenlantbruk.se/>. besökt 12 januari.
- SMHI, 2014. Webplats, [http://data.smhi.se/met/climate/time\\_series/month\\_year/normal\\_1961\\_1990/SMHI\\_month\\_year\\_normal\\_61\\_90\\_precipitation\\_mm.txt](http://data.smhi.se/met/climate/time_series/month_year/normal_1961_1990/SMHI_month_year_normal_61_90_precipitation_mm.txt), besökt 10 maj 2014.
- Vieskan Metalli Oy, 2012. Webplats, <http://vieskanmetalli.fi/>, besökt 12 mars 2012.
- Väderstad-Verken AB, 2012. Webplats, <http://vaderstad.com/>, besökt 12 mars 2012.